



Los sistemas agroforestales hortícolas en tres regiones de Francia: un diseño ecosistémico

Horticultural agroforestry systems in three regions of France: an ecosystemic design

ALFONZO-LOPEZ, Dayaeth¹; BELLON, Stéphane¹; TCHAMITCHIAN, Marc¹

¹ INRA, Unité Ecodeveloppement, Site AgroParc, 84914 Avignon cedex 09, France.

dayaeth.alfonzo-lopez@inra.fr; stephane.bellon@inra.fr; marc.tchamitchian@inra.fr

Eje temático: Manejo de Agroecosistemas y Producción Orgánica

Resumen

Los sistemas agroforestales hortícolas (SAFh) son agroecosistemas innovadores creados por agricultores y campesinos, muy poco estudiados en Francia. Como sistemas complejos su diseño agroecológico es de carácter complejo, es por ello que este trabajo tiene por objetivo la caracterización de puntos claves del diseño agroecológico de estos agroecosistemas. Un estudio de 20 predios en tres regiones diferentes en Francia demostró que el diseño se orienta hacia la optimización de la producción y generar diferentes funciones ecosistémicas. Los SAFh son sistemas muy diversos, en cuanto su agrobiodiversidad (19 especies frutales y 60 especies de hortalizas) y prácticas agroecológicas. El índice de Shannon mostró que los predios mas diversos se encuentran en la región sureste de Francia. Con base a la agrobiodiversidad y la riqueza de especie se establecieron tres categorías diferentes de predios. Una gran variación en el diseño de SAFh conlleva la profundización del estudio de dichos sistemas.

Palabras claves: Agroforestería hortícola; Diseño predial; Agrobiodiversidad.

Abstract

Horticultural agroforestry systems (AFSh) are innovative agroecosystems created by farmers and peasants. Such systems are not well documented in France. This paper aims at characterizing the key features of the agroecological design of such complex systems. Field studies conducted in 20 farms from three French regions showed that this design is aimed to optimize production and generate ecosystemic functions. The AFSh are conveying diverse patterns both in terms of agrobiodiversity (19 fruit trees and 60 vegetables) and combination of agro-ecological practices. The Shannon index showed that the farms more diverse are located in the southeastern of France. On the basis of the Agrobiodiversity and the richness of species were established three different categories of farms. A great variation in the design of SAFh leads to the deepening of the study of these systems.

Keywords: Horticultural agroforestry, field design, agrobiodiversity

Introducción

A partir de los años 50 se establece la transformación de los sistemas agrícolas, lo que se conoce como la intensificación de la agricultura. Dicho cambio impuso entre otras cosas, una separación temporal y espacial de árboles y cultivos, que anteriormente coexistían en los mismos agroecosistemas. Los sistemas agrícolas modernos se convirtieron, en ecosistemas altamente simplificados (monocultivos o pocas especies) y especializados (e.g. fruticultura, horticultura) (Malézieux, 2012). Varios informes interna-



cionales, entre ellos UNCTAD (2013), afirman que se debe cambiar de modelo a otros que tiendan a enfoques holísticos y más eficientes. Esto significa un cambio fundamental de la intensificación agrícola a la intensificación ecológica (ver Doré et al. 2011). Entre las prácticas agrícolas de base ecológicas está la agroforestería (AF). En una voluntad de diversificación y de cambio en las prácticas agrícolas hacia unas más sostenibles y resilientes, algunos agricultores y campesinos en Europa y particularmente en Francia retomaron la asociación de árboles frutales y hortalizas, es decir, un sistema agroforestal hortícola (SAFh). Estos sistemas innovadores fueron desarrollados hace poco tiempo, por ende, son escasas las investigaciones existentes y sobre todo en el diseño agroecológico de estos sistemas. Al ser sistemas complejos, el diseño resulta igualmente de carácter complejo, es por ello que agricultores e investigadores trabajan juntos para dilucidar los puntos claves sobre este tema. De esta manera, este trabajo tiene por objetivo caracterizar algunos factores claves en el diseño agroecológico de algunos sistemas agroforestales hortícolas en tres diferentes regiones (sureste (SE), suroeste (SO) y norte (N)) de Francia.

Metodología

Este trabajo se realizó en 20 predios AFh en tres zonas diferentes de Francia (7 predios en el SE, 9 en el SO y 4 en el N). Se realizaron 20 entrevistas exhaustivas a agricultores y campesinos censados en el proyecto SMART. Estas entrevistas se efectuaron con el objetivo de obtener la información necesaria sobre el diseño de dichos sistemas agroecológicos, con énfasis en las diferentes prácticas agroecológicas que realizaban en ellos. Con ayuda del programa R Studio (R core Team 2013) se realizaron dos análisis estadísticos, como son el índice de diversidad de Shannon y un análisis de clúster “Hierarchical clustering”. En ambos análisis no se tomó en cuenta los datos de las especies de flores. El Índice de Shannon se estimó en función del número de especies de los diferentes tipos de agrobiodiversidad. En el análisis de clúster solo se tomó en cuenta la biodiversidad de especies de árboles frutales y de especies de hortalizas.

Resultados y Discusión

Las encuestas sobre los SAFh, en tres regiones de Francia, mostraron que el diseño agroecológico de estos predios tenía por objetivo mimetizar la estructura y función de los ecosistemas naturales; con un acento en la selección de especies con rasgos funcionales complementarios y el desarrollo de niveles tróficos complejos. Con el diseño se pretendía optimizar la producción y establecer funciones ecosistémicas como la regulación de plagas y enfermedades de los cultivos y el aumento de la fertilización



del suelo. En el se conjugaban una gama de factores como la selección y combinación (espacial y temporal) de especies y variedades de la agrobiodiversidad y el arreglo del espacio (e.g. orientación de las filas de árboles, distancia entre los cultivos, tipo de jardín de hortalizas). La diversificación de los SAFh se realizó en tres dimensiones. La dimensión espacial, a nivel vertical por la creación de tres diferentes estratos, el basal asociado a las plantas hortícolas, un nivel intermedio de árboles frutales y el nivel más alto de setos o cortinas rompevientos. A nivel horizontal se evidenció diferentes tipos de interrelación entre los árboles frutales y las hortalizas, como son líneas de hortalizas entre las filas de árboles, filas de árboles que estructuran las pequeñas parcelas de hortalizas y filas de árboles combinadas con especies de arbustos de frutas pequeñas (e.g. frambuesas) o con especies de hortalizas vivaces (i.e. alcachofas) que estructuraban, igualmente, las líneas o las parcela de hortalizas. Es de resaltar, que la diversificación a nivel de las hortalizas estuvo orientado principalmente a la inclusión de la mayor cantidad de variedades por especies (Tabla 1). Estrategia marcada en los predios del SO y del N de Francia (110 variedades en promedio). Mientras que los predios del SO se caracterizaban también por filas de arboles con dos estratos, arboles frutales y arbustos de frutas pequeñas.

Los SAFh representaron agroecosistemas con una alta agrobiodiversidad (Tabla 1) en comparación a otros tipos de SAF (i.e. árboles maderables con cereales, oleaginosas o leguminosas en sistemas mecanizados), con cuatro especies principales de arboles maderables como Nogales (*Juglans* L.), Cerezos salvajes (*Prunus avium*), Álamos (*Populus* L) y Roble (*Quercus* L.), que rara vez están juntos en el mismo sistema y con una rotación generalmente un máximo de tres cultivos (Eichhorn et al. 2006; Den Herder et al. 2015)



Tabla 1. Número de especies y variedades asociados a cada tipo de biodiversidad vegetal identificada en los predios de las tres regiones estudiadas en Francia. (S=Flores salvajes, BF=bandas de flores, PAM=plantas aromáticas y medicinales)

Ferme	Especies de Árboles frutales	Variedades de árboles frutales	Especies de hortalizas	Variedades de hortalizas	Especies de árboles de frutas pequeñas	Especies PPAM	Especies de flores	Especies de Abonos verdes	Indice de Shannon (H)
SE1	16	48	25	60	3	10	1	3	1,33
SE2	5	9	18	50	0	0	0	2	0,76
SE3	8	25	15	41	3	10	4	3	1,44
SE4	1	4	20	35	1	2	S	4	0,94
SE5	19	50	10	50	3	9	5	3	1,39
SE6	7	22	8	-	1	-	5	-	-
SE7	7	32	20	30	0	0	BF	8	0,979
$\bar{x} \pm DE$	$9 \pm 6,3$	$27,1 \pm 17,7$	$16,6 \pm 6$	$44,3 \pm 11,1$	$1,6 \pm 1,4$	$5,2 \pm 5$	NA	$3,8 \pm 2,1$	-
SO1	5	18	40	69	3	0	0	3	0,7516
SO2	7	37	35	110	2	5	2	4	1,083
SO3	8	50	23	73	4	4	S	5	1,332
SO4	5	33	39	80	4	8	0	4	1,117
SO5	5	5	50	300	2	4	20	3	0,8171
SO6	6	80	20	42	2	4	0	3	1,003
SO7	11	150	30	60	6	5	1	5	1,319
SO8	4	20	26	80	0	7	S	5	1,073
SO9	1	20	35	200	0	0	3	2	0,3264
$\bar{x} \pm DE$	$5,8 \pm 2,8$	$45,9 \pm 44,8$	$33,1 \pm 9,4$	$112,7 \pm 83,7$	$2,6 \pm 1,9$	$4,1 \pm 2,7$	NA	$3,8 \pm 1,1$	-
N1	13	13	19	50	3	3	3	6	1,361
N2	6	15	60	200	5	20	5	12	1,196
N3	4	-	32	84	5	3	4	5	1,12
N4	1	10	25	-	1	4	0	1	0,7777
$\bar{x} \pm DE$	$6 \pm 5,1$	$12,7 \pm 2,5$	$34 \pm 18,1$	$111,3 \pm 78,6$	$3,5 \pm 1,9$	$7,5 \pm 8,3$	NA	$6 \pm 4,5$	-

En los SAFh se identificó una alta agrobiodiversidad. En ellos se incorporan no solo árboles frutales y hortalizas sino también abonos verdes (95 % de los predios; e.g. veza, avena, mostaza), arbustos de frutos pequeños (80% de los predios; e.g. fresas, moras); PAM (80% de los predios; e.g. romero, menta, melisa) y plantas de flores (75% de los predios; e.g. cosmos, caléndula, girasoles). La alta diversidad de cultivos en estos sistemas puede generar una serie de servicios ecosistémicos (Smith et al. 2013), uno de los objetivos principales de agricultores y campesinos del diseño de estos sistemas. Además de una posible disminución de las interacciones competitivas y mayores de complementariedad, por el hecho de la ocupación de diferentes nichos tanto aéreos como subterráneos (Lovell et al. 2017), lo que puede resultar en un aumento de la productividad del sistema.

La mayor riqueza de especies se encontró en árboles frutales y hortalizas. Se identificaron en total 19 especies diferentes de árboles frutales que en su mayoría eran variedades rústicas. Siendo los manzanos (*Malus* spp), perales (*Pyrus communis*), cerezos (*Prunus cerasus*), ciruelos (*Prunus domestica*) y melocotoneros (*Prunus persica*) las principales especies de frutales que se incluyen en estos sistemas. En total 60 especies de hortalizas diferentes eran cultivadas, entre las principales familias tenemos a las brassicaceae, liliaceae, asteraceae, chenopodiaceae, curcubitaceae y solanaceae. Esta gran diversidad de cultivos confirma lo que plantea Sieffert (2013), que uno de



los objetivos del diseño de los SAFh es la maximización de la diversidad de cultivos para con ello optimizar entre otras cosas la condiciones de producción (e.g. reducción de plagas y enfermedades, disminución de entradas al sistema), la calidad del suelo y el microclima del agroecosistema. Esta alta diversificación también significa la instauración de un modelo que va en contra de la simplificación impuesta por el modelo industrial. Tal diversificación también se ha podido observar en las micro-fincas agroecológicas de hortalizas en Francia, donde se incorporan igualmente, mas de 30 tipos de legumbres (Morel 2016)

El índice de biodiversidad de Shannon muestra los predios con la mayor agrobiodiversidad están ubicados en el SE de Francia (SE3, SE5, SE1). Encontrándose igualmente predios con una alta diversidad en el SO (SO3 y SO7) y en el Norte (N1). Dichos Resultados están asociados a una mayor riqueza de especies de arboles frutales (en el SE un promedio de 9 especies). El análisis clúster arroja tres diferentes grupos de los predios estudiados (Figura 2: I, II y III). El grupo I corresponde a los predios más diversificados, con más de 12 especies de frutales y más 60 variedades de hortalizas. El grupo II se caracteriza por la inclusión entre 5 y 8 especies de frutales, que corresponden a las principales especies identificadas, incluye principalmente los predios estudiados en la región SO. Y el grupo III, el más heterogéneo de todos los grupos. El III.1 son predios con una diversidad entre 5 y 8 especies de frutales pero con una menor variedad de especies de hortalizas que los agrupados en II. Por su parte III.2 y III.3 corresponde a los predios con la menor diversidad de frutales (1 y 3 especies). Las especies únicas en el grupo III.2 son olivo (SE4), nogal (SO9) y manzano (N4).

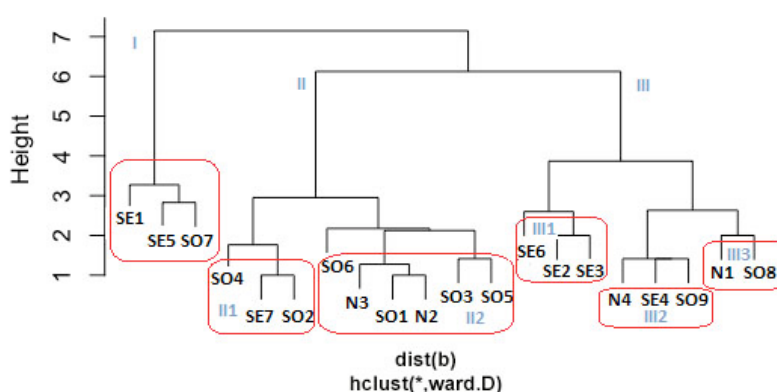


Figura 2. Dendrograma del Análisis Clúster.

En la tabla 2 se observa, la superficie agrícola utilizada (SAU) (70 % de los predios menor a 3 ha) vs la superficie en agroforestería hortícola (no mayor de 2 ha) de cada uno de los predios. Únicamente en el 15 % de los predios la SAU corresponde en su



totalidad a un SAFh. La diferencia entre las SAU y las superficies en AF evidencia que otros tipos de prácticas agrícolas se realizaban en estos SAF. Entre ellas setos o cortinas rompevientos (95 % de los predios estudiados), la AF de frutales y hortalizas en invernaderos, horticultura y fruticultura en campo abierto, horticultura en invernadero, y la cría de animales. Estas tres características de los SAFh estudiados (*i.e.* superficie de pocas hectáreas gran agrobiodiversidad y una gran diversidad de prácticas agrícolas) concuerdan con lo planteado por Morel (2016), en cuanto a que representan un cuestionamiento la modernización agrícola, desafiándola en cuanto a su postura sobre la necesidad de ampliación de la superficie agrícola cultivada y a la teoría económica de la escala, al desarrollar predios con áreas mas pequeñas que las que son admitidas como viables dentro de este modelo de agricultura. Por ultimo, estas tres características de los SAFh los definen como agroecosistemas con una alta intensificación ecológica.

Tabla 2. Superficie agrícola utiliza (ha) vs superficie en agroforestería (ha) en SAFh

	SE1	SE2	SE3	SE4	SE5	SE6	SE7	SO1	SO2	SO3	SO4	SO5	SO6	SO7	N1	N2	N3	N4
Superficie Agrícola Utilizada (ha)	2,0	1,4	1	0,7	2,0	1	3,0	1,5	0	0,6	5,0	2	6,0	1,9	8	12,0	1,0	5
Superficie en agroforestería (ha)	2,0	1,0	0	0,7	0,5	1	1,5	0,3	0	0,6	0,8	1	1,0	1,3	0	0,4	1,0	0
Proporcion de la parcela del SAFh	100	71	24	100	25	50	50	20	21	95	16	28	17	68	1	3	100	4

Conclusión

Los SAFh estudiados representan agroecosistemas diseñados con una alta intensificación ecológica. Estos predios agroecológicos de superficie limitada (no mayor de 2 ha) sostienen una alta agrobiodiversidad en múltiples combinaciones y múltiples arreglos, además de una amplia gama de tipos de prácticas agroecológicas. Como agroecosistemas innovadores, estos están en constante evolución. Dicha evolución va en el sentido de una mayor complejización del sistema, mediante la inclusión de una mayor biodiversidad tanto vegetal como animal (*e.g.* abejas, ovejas, etc.). Dicha complejización y la diversificación de diseños ameritan una continuación y profundización del estudio de dichos agroecosistemas.

Referencias bibliográficas

DORÉ, T.; MAKOWSKI, D.; MALÉZIEUX, E.; MUNIER-JOLAIN, N.; TCHAMITCHIAN, M. y TITTONELL, P. Facing up to the paradigm of ecological intensification in agronomy: revisiting methods, concepts and knowledge. *European Journal of Agronomy*, v.34, p.197-210, 2011.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF E ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



DEN HERDER M.; BURGESS P.; MOSQUERA-LOSADA M.R. HERZOG F et al. Preliminary stratification and quantification of agroforestry in Europe. 55 pp. 2015

EICHHORN, M.P., PARIS, P., HERZOG, F., INCOLL, L.D. et al. Silvoarable systems in Europe—past, present and future prospects. *Agroforestry systems*, 67. 29-50 pp. 2006.

LOVELL, S.T.; DUPRAZ, C.; GOLD, M.; JOSE, S., et al. Temperate agroforestry research: considering multifunctional woody polycultures and the design of long-term field trials. *Agroforestry Systems*, p.1-19, 2017.

MALEZIEUX, E., Designing cropping systems from nature. *Agronomy for sustainable development*, v.32, p.15-29, 2012.

MOREL K. Viabilité des microfermes maraîchères biologiques. Une étude inductive combinant méthodes qualitatives et modélisation. Originellement présentée comme dissertation de thèse. Université de Paris-Saclay. France. 354 pp. 2016.

Sieffert A. Conception de systèmes vergers-maraîchers associant arbres fruitiers, légumes et arbres champêtres – Applications au cas de la ferme agro-écologique pilote de la Durette. INRA-PSH ed. Avignon - France. 139 p. 2013.

SMITH, J., PEARCE, B.D. Y WOLFE, M.S. Reconciling productivity with protection of the environment: Is temperate agroforestry the answer? *Renewable Agriculture and Food Systems*, 28(01), pp.80-92, 2013.

UNCTAD. World investment report. ISBN: 978-92-1-112873-4. 265 pp. 2013